

TRAITE D'OPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Commissioner
 US Department of Commerce
 United States Patent and Trademark
 Office, PCT
 2011 South Clark Place Room
 CP2/5C24
 Arlington, VA 22202
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE
 en sa qualité d'office élu

Date d'expédition (jour/mois/année) 12 février 2001 (12.02.01)	Référence du dossier du déposant ou du mandataire ORPC 125.318 JB
Demande internationale no PCT/BE99/00084	Date de priorité (jour/mois/année)
Date du dépôt international (jour/mois/année) 02 juillet 1999 (02.07.99)	
Déposant VANDERGHEYNST, Alain etc	

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:



dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

04 janvier 2001 (04.01.01)



dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:

2. L'élection



a été faite



n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

Bureau international de l'OMPI
 34, chemin des Colombettes
 1211 Genève 20, Suisse

no de télécopieur: (41-22) 740.14.35

Fonctionnaire autorisé

Juan Cruz

no de téléphone: (41-22) 338.83.38

REC'D 11 APR 2001

WIPO PCT

RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire ORPC 125.318 JB	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/BE99/00084	Date du dépôt international (jour/mois/année) 02/07/1999	Date de priorité (jour/mois/année) 02/07/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB G21C3/62		
Déposant BELGONUCLEAIRE S.A. et al.		

1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
2. Ce RAPPORT comprend 6 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.
 - ☐ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).

Ces annexes comprennent feuilles.

3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:

- I ☒ Base du rapport
- II ☐ Priorité
- III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- IV ☐ Absence d'unité de l'invention
- V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- VI ☐ Certains documents cités
- VII ☒ Irrégularités dans la demande internationale
- VIII ☐ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale

04/01/2001

Date d'achèvement du présent rapport

06.04.2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:

 Office européen des brevets
D-80298 Munich
Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d
Fax: +49 89 2399 - 4465

Fonctionnaire autorisé

Maugain, C

N° de téléphone +49 89 2399 2199



RAPPORT D'EXAMEN PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL

Demande internationale n° PCT/BE99/00084

I. Base du rapport

1. En ce qui concerne les **éléments** de la demande internationale (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17)*):

Description, pages:

1-8 version initiale

Revendications, N°:

1-11 version initiale

Dessins, feuilles:

1/3-3/3 version initiale

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/BE99/00084

- ☐ de la description, pages :
- ☐ des revendications, n°s :
- ☐ des dessins, feuilles :

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport).

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications 1-11
	Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 1-11
	Non : Revendications
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-11
	Non : Revendications

2. Citations et explications
voir feuille séparée

VII. Irrégularités dans la demande internationale

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :
voir feuille séparée

Concernant le point V

Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

Il est fait référence aux documents suivants:

D1: EP.A. 0 760 519 et

D2: FR.A. 2 765 383.

1. NOUVEAUTE

Le demandeur considère comme état de la technique le procédé MIMAS et ses variantes, illustré par la figure 1 et décrit dans la description de la p.1, l.23 à la p.2, l.11. Il s'agit d'un procédé de fabrication de combustible nucléaire MOX, développé par la déposante, qui consiste en une micronisation par broyage d'une seule fraction du mélange final et utilise deux étapes de mélange d'oxydes successives pour permettre une homogénéisation isotopique et pour tirer parti de l'usage de poudre UO_2 coulable.

Le document D1, qui est considéré comme étant l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, décrit (col.1, l.3-8; de la col. 3, l.43 à la col.5, l.7; col.7, l.24-39; les exemples 1 et 2, col.10, l.36-57 et col.11, l.22-34 et les revendications 1,2,13,15) un procédé de fabrication de pastilles de combustible nucléaire d'oxyde mixte (U,Pu) O_2 comprenant:

- un dosage et un premier mélange de poudres de PuO_2 et/ou d' UO_2 et/ou de rebuts de fabrication de combustible,
- une micronisation/broyage et un tamisage forcé (mélange tamisé-forcé de ce premier mélange),
- un nouveau dosage et un second mélange du premier mélange ainsi traité, d' UO_2 (le mélange calibré est ensuite dilué par brassage mécanique dans un mélangeur avec la même poudre d' UO_2 pour obtenir un second mélange d' UO_2 et de PuO_2 ...),
- une addition et un mélange d'agents de lubrification et/ou de contrôle de porosité en combinaison avec l'étape du second mélange (0.3% massique de porogène puis 0.3% massique de lubrifiant sont mélangés à la poudre par brassage mécanique),
- un pastillage du second mélange et
- un frittage des pastilles ainsi formées.

L'objet de la revendication 1 se distingue du procédé connu par les caractéristiques de la revendication 1, l.18-23, c'est-à-dire en ce que le procédé revendiqué comprend en outre, pour au moins une partie des poudres d' UO_2 :

- une sélection d' UO_2 non coulable et
- un traitement mécanique de granulation de celui-ci/l' UO_2 , de manière à le rendre coulable, avant de l'utiliser ainsi granulé dans au moins le second mélange.

L'objet de la revendication 1 et des revendications dépendantes 2-11 est donc nouveau selon l'Art. 33 2) PCT.

2. ACTIVITE INVENTIVE (approche problème-solution)

2.1 Problème

Le problème objectif, que se propose de résoudre la et l'objet de la présente demande (cf. la description p.1, l.6,7 et l.23-29) sont plus précis que ceux visés par le procédé MIMAS (cf. la description de la p.2, l.28 à la p.4, l.2). En effet, l'objet de la présente demande vise à diversifier les sources de poudre de UO_2 pour la fabrication de pastilles de combustible MOX par des procédés du type ou dérivés du procédé MIMAS, qui par définition mettent en oeuvre des poudres de UO_2 coulables. Or, les procédés industriels de production de poudres de UO_2 coulables ont l'inconvénient majeur de produire de grande quantités d'effluents liquides qu'il y a lieu de traiter avant décharge (cf. la description de la p.2, l.12-28). Afin de s'affranchir de la dépendance de la production de poudres de UO_2 coulables le demandeur a développé un procédé de fabrication de combustible MOX à partir de UO_2 , en poudre ou sous une autre forme, non coulable, ce qui suppose un traitement mécanique de granulation de l' UO_2 , de manière à le rendre coulable, avant de l'utiliser ainsi granulé dans au moins le second mélange.

Aucun des documents accessibles ne pose ce problème. En effet, les problèmes posés dans et l'objet de D1 (cf. col. 3, l.8-40) et les problèmes posés dans et l'objet de de D2 (cf. de la p.2, l.1 à la p.3, l.24) sont différents de ceux de la présente demande.

2.2 Solution

Les solutions proposées par les documents D1 et D2 n'apportent pas de solution au problème posé dans la présente demande. En effet, aucun des documents D1 et D2

considérés individuellement ou en une combinaison de leur enseignement ne suggère/nt l'objet de la revendication 1 et en particulier ses caractéristiques, l.18-23, qui permettent de résoudre le problème posé. D1 mentionne seulement que, dans les deux variantes du procédé qu'il propose, une poudre d'oxyde mixte (U,Pu)O₂ de recyclage, obtenue par broyage des rebuts de fabrication, peut être ajoutée dans l'étape a) et/ou dans l'étape d), mais il ne mentionne ni ne suggère l'apport d'au moins une partie des poudres de UO₂ sous forme d'UO₂ non coulable etc... (cf. l.18-23 de la revendication 1).

2.3 En conséquence, l'objet de la revendication 1 et de ses revendications directement ou indirectement dépendantes 2-11 implique une activité inventive au sens de l'Article 33 3) PCT.

Concernant le point VII

Irrégularités dans la demande internationale

1. Dans la description, p.3, l.12, il convient de rectifier ainsi "... endommagées ...".

2. La revendication indépendante 1 n'est pas présentée en deux parties comme prévu par la règle 6.3 b) PCT, alors qu'une telle présentation semblerait appropriée en l'espèce, les caractéristiques connues en combinaison de l'état de la technique (document D1) figurant dans le préambule (règle 6.3 b) i) PCT) et les caractéristiques restantes figurant dans la partie caractérisante (règle 6.3 b) ii) PCT) (cf. le point V 1.).

La revendication indépendante 1 devrait donc être reformulée en conséquence. Si le déposant est néanmoins d'avis que la présentation en deux parties est inappropriée, il devrait faire connaître ses raisons. En outre, il devrait s'assurer que la description montre clairement quelles caractéristiques de l'objet de la revendication 1 ont déjà été divulguées combinées entre elles dans le document D+ (cf. Directives PCT, III-2.3a).

3. Contrairement à ce qu'exige la règle 5.1 a) ii) PCT, la description n'indique pas l'état de la technique antérieure pertinent exposé dans le document D1 et ne cite pas ce document.



2/8/02
Translation
09/868659

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference ORPC 125.318 JB	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/BE99/00084	International filing date (day/month/year) 02 July 1999 (02.07.99)	Priority date (day/month/year)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G21C 3/62		
Applicant BELGONUCLEAIRE S.A.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

RECEIVED
MAR 11 2002
TC 1700

Date of submission of the demand 04 January 2001 (04.01.01)	Date of completion of this report 06 April 2001 (06.04.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/BE99/00084

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____ 1-8 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
pages _____ 1-11 _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the drawings:
pages _____ 1/3-3/3 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Reference is made to the following documents:

D1: EP-A-0 760 519

D2: FR-A-2 765 383

1. NOVELTY

The applicant considers that the MIMAS method and the variants thereof, as illustrated in Figure 1 and described on page 1, line 23 to page 2, line 11 of the description, represents the prior art. This is a method for producing an MOX nuclear fuel, developed by the applicant, comprising the step of micronising a single fraction of the end mixture and two successive steps of mixing oxides in order to achieve isotopic homogenisation and to allow for the optimal use of flowable UO_2 powder.

Document D1, which is considered the prior art closest to the subject matter of Claim 1, describes (Column 1, lines 3-8; from Column 3, line 43 to Column 5, line 7; Column 7, lines 24-39; Examples 1 and 2, Column 10, lines 36-57 and Column 11, lines 22-34 and Claims 1, 2, 13, 15), a method for producing mixed oxide $(\text{U,Pu})\text{O}_2$ nuclear fuel pellets including:

- metering and initial mixing of PuO_2 and/or UO_2 powders

and/or fuel production waste materials,

- micronising/milling and forced screening of said first mixture (forced-screened mixture of said first mixture),
- subsequent metering and mixing of the first mixture of UO_2 thus processed (the calibrated mixture is thereafter diluted via mechanical stirring in a mixer with the same UO_2 powder to produce a second UO_2/PuO_2 mixture...),
- addition and mixing of lubricating agents and/or a porosity control step carried out in combination with the second mixing step (0.3 wt.% of pore-forming material followed by 0.3 wt.% of lubricant are mixed to the powder via a mechanical stirring process),
- pelletising of the second mixture and
- sintering of the resulting pellets.

The subject matter of Claim 1 differs from the known method by virtue of the features of Claim 1, lines 18-23, i.e. in that the claimed method further comprises, at least for a portion of the UO_2 powders:

- a selection of non-flowable UO_2 and
- a mechanical processing step for granulating the latter to make it flowable prior to using said granulate at least in the second mixture.

Therefore, Claim 1 and dependent Claims 2-11 are novel under PCT Article 33(2).

2. INVENTIVE STEP (problem-solution approach):

2.1 Problem

The objective problem that the present invention aims to solve and the subject matter of the present application (Cf. the description, page 1, lines 6, 7 and lines 23-29) are more specific than those covered by the MIMAS method

(cf. the description from page 2, line 28 to page 4, line 2). The aim of the present application is to diversify the sources of UO_2 powders used to produce MOX fuel pellets using MIMAS-type methods or methods derived therefrom, which, by definition, use flowable UO_2 powders. However, the industrial processes for producing flowable UO_2 powders have the major disadvantage of producing large quantities of liquid effluents that need to be treated prior to the discharge thereof (cf. the description, page 2, lines 12-28). In order to obviate the need to use flowable UO_2 powders thus produced, the applicant has developed a method for producing MOX fuel from UO_2 , whether in powder form or in any other non-flowable form, which should involve a mechanical processing step for granulating the UO_2 to make it flowable prior to the use of this granulate at least in the second mixture.

None of the available documents addresses this problem. The problems stated in D1 (cf. Column 3, lines 8-40) and those stated in D2 (cf. page 2, line 1 to page 3, line 24) differ from those of the present application.

2.2 Solution

The solutions proposed by D1 and D2 do not provide a solution to the problem addressed in the present application. None of documents D1 and D2, whether taken individually or in combination, suggests the subject matter of Claim 1 and in particular the features thereof, defined in lines 18-23, that solve the problem addressed. D1 only mentions that, in the two alternatives of the method proposed, a recycled mixed oxide powder $(\text{U}, \text{Pu})\text{O}_2$ obtained by grinding production waste material, can be added in step a) and/or step d), but does not mention or suggest adding at least a portion of the UO_2 powders in the form of non-flowable UO_2 etc... (cf. lines 18-23 of

Claim 1).

2.3 For this reason, the subject matter of Claim 1 and of Claims 2-11, that are directly or indirectly dependent thereon, involves an inventive step under the terms of PCT Article 33(3).

1

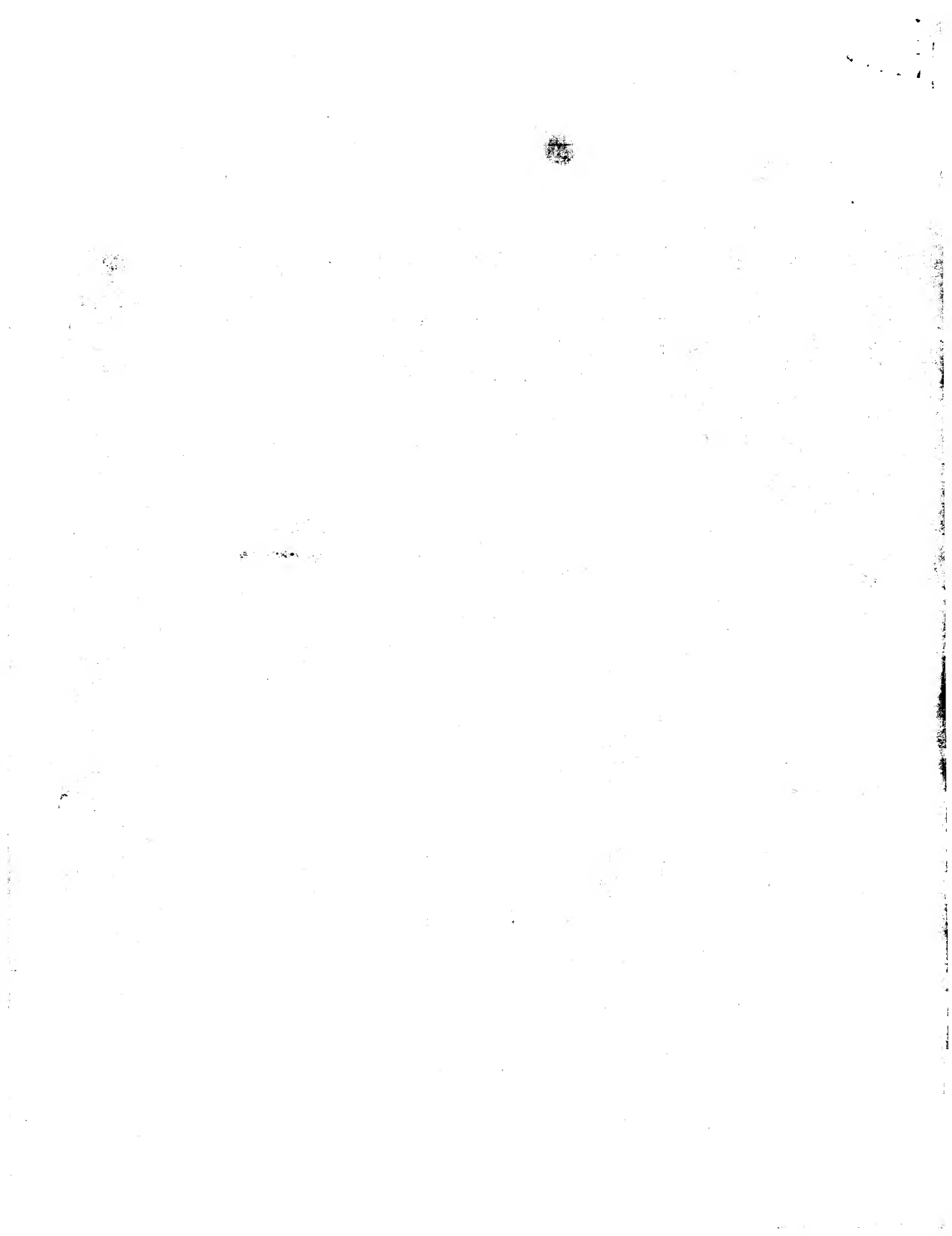
VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. The following correction should be made to page 3, line 12 of the description: "... endommagées...".
2. Independent Claim 1 has not been drafted in the two-part form as defined by PCT Rule 6.3(b), although this form would appear appropriate in this case. Consequently, the features known in combination from the prior art (document D1) should be set out in the preamble (PCT Rule 6.3(b)(i)) and the remaining features in the characterising portion (PCT Rule 6.3(b)(ii)) (cf. Box V.1).

Independent Claim 1 should therefore be redrafted accordingly. However, should the applicant be of the opinion that the two-part form is not appropriate, the reasons for this should be specified. Moreover, the description should clearly indicate which features of the subject matter of Claim 1 have already been disclosed, in combination, by document D1 (cf. PCT Guidelines, Chapter III-2.3a).

3. Contrary to the requirements of PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not outline the relevant prior art set forth in document D1 and does not cite this document.



TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire ORPC 125.318 JB	POUR SUITE voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après A DONNER	
Demande internationale n° PCT/BE 99/00084	Date du dépôt international (jour/mois/année) 02/07/1999	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année))
Déposant BELGONUCLEAIRE S.A. et al.		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 2 feuilles.



Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. Base du rapport

a. En ce qui concerne la langue, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.



la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

b. En ce qui concerne les séquences de nucléotides ou d'acides aminés divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :



contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.



déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.



remise ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.



remise ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.



La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.



La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le titre,



le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.



Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'abrégé,



le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant



le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure des dessins à publier avec l'abrégé est la Figure n°



suggérée par le déposant.



parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.



parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

2



Aucune des figures n'est à publier.

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

BE 99/00084

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G21C3/62

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G21C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 760 519 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE ; COGEMA (FR)) 5 mars 1997 (1997-03-05) page 5, colonne 7, ligne 24 - ligne 39; exemples	1, 5, 10
A	FR 2 765 383 A (KOREA ATOMIC ENERGY RES) 31 décembre 1998 (1998-12-31) revendications	1, 11



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

23 mars 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

31/03/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 6818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Brothier, J-A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

P 99/00084

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0760519	A	05-03-1997	FR 2738076 A	28-02-1997
			DE 69603132 D	12-08-1999
			DE 69603132 T	09-03-2000
			JP 9171090 A	30-06-1997
			US 5841200 A	24-11-1998
FR 2765383	A	31-12-1998	JP 11023764 A	29-01-1999
			US 5882552 A	16-03-1999

VERSION CORRIGÉE

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



RECEIVED
AUG 3 2001
TC 1700

(43) Date de la publication internationale
11 janvier 2001 (11.01.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/03143 A1

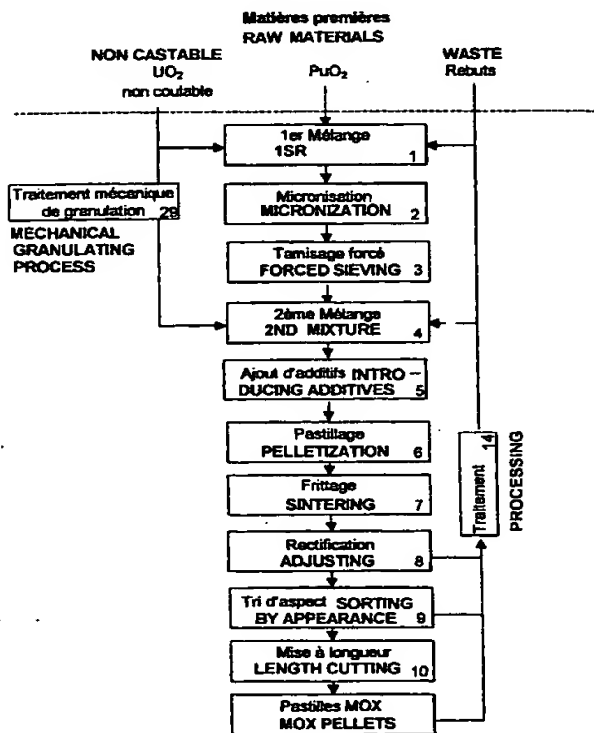
(51) Classification internationale des brevets⁷ : G21C 3/62
(21) Numéro de la demande internationale : PCT/BE99/00084
(22) Date de dépôt international : 2 juillet 1999 (02.07.1999)
(25) Langue de dépôt : français
(26) Langue de publication : français
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : BEL-
GONUCLEAIRE S.A. [BE/BE]; Avenue Ariane 4,
B-1200 Bruxelles (BE).

(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : VAN-
DERGHEYNST, Alain [BE/BE]; Rue de l'Yser 40,
B-7370 Dour (BE). VAN VLIET, Jean [BE/BE];
Weikantlaan 34, B-1850 Grimbergen (BE). PELCK-
MANS, Eduard [BE/BE]; Terlo 24, B-2460 Kasterlee
(BE).
(74) Mandataires : GEVERS, François etc.; Gevers & Vander
Haeghen, Rue de Livourne 7, B-1060 Bruxelles (BE).
(81) États désignés (national) : JP, RU, US.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR MAKING MIXED OXIDE (U, PU)O₂ NUCLEAR FUEL PELLETS FROM NON-CASTABLE UO₂ POWDER

(54) Titre : PROCÉDE DE FABRICATION DE PASTILLES DE COMBUSTIBLE NUCLEAIRE D'OXYDE MIXTE (U, Pu)O₂ A PARTIR DE POUDRE D'UO₂ NON COULABLE



METHOD FOR MAKING
MIXED OXIDE FUEL AS
PER CLAIM

Procédé de fabrication
de combustible d'oxyde mixte
suivant la revendication

(57) Abstract: The invention concerns a method for making mixed oxide of (U, Pu)O₂ nuclear fuel pellets which consists in: measuring and a first mixing of PuO₂ and/or UO₂ powders and/or fuel production waste; micronization and forced sieving of said first mixture of UO₂ powders and, optionally, introducing additives; another measuring and a second mixing of the resulting treated mixture; pelleting the second mixture; and sintering the resulting pellets. The method further consists, for at least part of the UO₂ powders, in selecting non-castable UO₂ and a mechanical granulating processing thereof, so as to make it castable, before using the resulting granulated UO₂ in at least said second mixture.

(57) Abrégé : Procédé de fabrication de pastilles de combustible nucléaire d'oxyde mixte d' (U, Pu)O₂, comprenant: un dosage et un premier mélange de poudres de PuO₂ et/ou d'UO₂ et/ou de rebuts de fabrication de combustible, une micronisation et un tamisage forcé de ce premier mélange, un nouveau dosage et un second mélange du premier mélange ainsi traité, de poudres d'UO₂ et, éventuellement, de rebuts, un ajout d'additifs, un pastillage du second mélange, et un frittage des pastilles ainsi formées, et comprenant en outre, pour au moins une partie des poudres d'UO₂, une sélection d'UO₂ non coulable et un traitement mécanique de granulation de celui-ci, de manière à le rendre coulable, avant d'utiliser l'UO₂ ainsi granulé dans au moins ledit second mélange.

WO 01/03143 A1



(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(15) Renseignements relatifs à la correction:
voir la Gazette du PCT n° 31/2001 du 2 août 2001, Section II

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(48) Date de publication de la présente version corrigée:
2 août 2001

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

"Procédé de fabrication de pastilles de combustible nucléaire

5 d'oxyde mixte (U, Pu)O₂ à partir de poudre d'UO₂ non coulable"

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'oxyde mixte (U, Pu)O₂ à partir de poudres d'UO₂ non coulables.

La fabrication de combustible pour réacteurs à eau légère, à base d'oxydes d'uranium et de plutonium, généralement appelé
10 combustible MOX, a fait l'objet de divers développements liés à la volonté de recycler du plutonium récupéré lors du retraitement des combustibles usés.

La fabrication et l'irradiation de combustible MOX dans les réacteurs à eau légère sont maintenant considérées comme une solution
15 pour donner une résistance acceptable à la prolifération du plutonium existant sous forme séparée des produits de fission, que ce plutonium soit d'origine civile ou militaire.

Plusieurs procédés de fabrication de combustible MOX ont été développés au cours des deux dernières décennies, certains faisant
20 appel à un broyage complet des poudres d'UO₂ et de PuO₂ pour assurer un mélange intime, d'autres se limitant au broyage d'une fraction seulement de ces poudres.

Le procédé MIMAS (acronyme pour Micronization and MASTer blend = micronisation et mélange mère) qui a été développé par
25 la déposante de la présente invention (voir figure 1) comporte la micronisation par broyage de seulement une fraction du mélange final et utilise deux mélanges successifs pour permettre une homogénéisation isotopique et pour tirer parti de l'usage de produits d'entrée UO₂ coulables (notamment pour assurer un bon remplissage des matrices des
30 presses utilisées pour le pastillage). La mise en œuvre de poudres d'UO₂ coulable dans le second mélange et la limitation du broyage au seul

- 2 -

premier mélange simplifient la fabrication (par exemple en évitant des opérations de précompaction/granulation ou de sphéroïdisation du mélange d'oxyde mixte) et ont grandement simplifié, au début de son industrialisation, la qualification du combustible MOX par les utilisateurs et l'obtention des autorisations auprès des Autorités de Sûreté Nucléaire (grâce à la similitude de comportement de ce combustible MOX et du combustible UO_2).

Diverses variantes du procédé MIMAS ont été appliquées, sous des appellations parfois différentes de MIMAS, mais toutes sont caractérisées par deux mélanges successifs dont le second met en œuvre de l' UO_2 coulable.

L' UO_2 qui sert de matière première à la fabrication du combustible à uranium enrichi et, dans la grande majorité des cas, à la fabrication du combustible MOX est obtenu par conversion d'hexafluorure d'uranium. Il existe des procédés industriels de conversion qui produisent de la poudre d' UO_2 coulable. C'est le cas notamment de deux procédés industriels de conversion par voie humide, connus dans le métier sous les noms respectifs d'"AUC", d'après le produit intermédiaire (le "AmmoniumUranyl Carbonate"), et de "TU2", d'après l'unité de transformation d'uranium dans laquelle est effectuée la conversion. Un des inconvénients de ces procédés de conversion par voie humide est la production d'une grande quantité d'effluents liquides qu'il y a lieu de traiter avant décharge. Les procédés de conversion par voie humide, dont certains ne produisent pas d' UO_2 coulable, sont progressivement remplacés par des procédés par voie sèche qui permettent de recycler les effluents gazeux, mais qui produisent généralement de la poudre d' UO_2 non coulable.

Dans le but de diversifier les sources de poudre d' UO_2 pour la fabrication de combustible MOX par des procédés de type MIMAS, il est donc utile de pouvoir mettre en œuvre des poudres d' UO_2 non coulables.

- 3 -

On connaît des procédés de conditionnement de poudre d'UO₂ non coulable pour la transformer en un granulé d'UO₂ coulable et donc de propriétés adéquates pour alimenter une presse de pastillage. Divers procédés mécaniques de granulation, tels que précompaction -
5 granulation ou agglomération - sphéroïdisation ont été développés et sont employés industriellement dans les usines de fabrication de combustible UO₂.

L'expérience a montré que ces procédés de granulation produisent des granules de résistance mécanique insuffisante pour une
10 réalisation correcte du second mélange qui caractérise les procédés MIMAS et similaires. Dans les conditions optimales d'opération du second mélangeur, les granules sont endommagés et la coulabilité du mélange secondaire est altérée : les pastilles de combustible qui en résultent présentent des défauts importants (variabilité excessive des
15 caractéristiques physiques du produit, défauts localisés de retrait différentiel, etc.). Alternativement, si le mode de fonctionnement du second mélangeur ou si l'appareillage mis en œuvre pour le second mélange est adapté de façon à réaliser un brassage doux des poudres à mélanger, l'uniformité de distribution du plutonium au sein du combustible
20 peut être altérée et les pastilles MOX ainsi produites ne répondent pas toujours aux critères de variabilité maximale de teneur en plutonium.

Afin d'éviter les inconvénients énoncés ci-dessus, le procédé de fabrication de combustible MOX à partir de poudre d'UO₂ non coulable, objet de l'invention, comprend un traitement mécanique de
25 granulation de la poudre d'UO₂ non coulable, qui ne modifie pas les propriétés chimiques (telles que la stœchiométrie) et morphologiques (telles que la grosseur des grains) de la poudre d'UO₂, mais qui permet néanmoins d'assurer à celle-ci une résistance mécanique et une coulabilité nécessaires pour mener à bien respectivement les opérations
30 de second mélange et de pastillage.

On s'affranchit ainsi de la nécessité d'alimenter les

- 4 -

procédés de type MIMAS en poudres d' UO_2 coulables en tant que matières premières.

Suivant un mode de réalisation avantageux de l'invention, on prend de l' UO_2 non coulable dont une partie alimente telle quelle le premier mélange et une partie est soumise à un traitement de granulation
5 avant d'alimenter le second mélange.

En variante, à titre d'exemple non limitatif, ledit traitement de granulation peut aussi être appliqué à la fraction d' UO_2 non coulable alimentant le premier mélange.

10 Afin d'éviter l'inconvénient susdit de résistance mécanique insuffisante d' UO_2 granulé par un des procédés de conditionnement habituels, le traitement mécanique selon l'invention est réalisé soit par un forçage de la poudre d' UO_2 non coulable à travers un tamis ou grille soit par une compression en comprimés de cette poudre à une pression
15 élevée, telle que requise pour obtenir des propriétés de non-friabilité adéquates, suivie d'un concassage desdits comprimés. Le cas échéant, on peut ajouter au préalable à la poudre d' UO_2 un (ou des) agent(s) liant et/ou lubrifiant.

D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront des revendications, et de la description des dessins, qui sont annexées
20 au présent mémoire et qui illustrent, à titre d'exemples non limitatifs, le procédé de fabrication suivant l'invention.

La figure 1 montre schématiquement les étapes de la fabrication de combustible mixte suivant un procédé connu du type
25 MIMAS.

La figure 2 montre schématiquement des étapes d'une fabrication de combustible d'oxyde mixte suivant un procédé de l'invention.

La figure 3 montre schématiquement des variantes du
30 procédé suivant l'invention.

Dans les différentes figures, les mêmes notations de

- 5 -

référence désignent des éléments identiques ou analogues.

Le procédé de l'invention pour l'utilisation de poudre d' UO_2 non coulable comprend à la base un procédé de fabrication de pastilles de combustible d'oxyde mixte d'(U, Pu) O_2 c'est-à-dire dans l'ensemble (figure 2) :

- 5 – un dosage et un premier mélange (étape 1) de poudres de PuO_2 et/ou de poudres d' UO_2 et/ou de rebuts de fabrication de combustible,
- 10 – une micronisation (étape 2) de ce premier mélange, en particulier par broyage, et un tamisage forcé (étape 3) de son produit, par exemple à travers une maille de 250 μm ,
- 15 – un nouveau dosage et un second mélange (étape 4) du premier mélange ainsi traité, d' UO_2 et, le cas échéant, de rebuts de fabrication de combustible,
- une addition, et un mélange avec le second mélange obtenu, d'agent(s) de lubrification et/ou de contrôle de la porosité (étape 5), cette dernière étape pouvant être combinée totalement ou partiellement avec l'étape 4,
- 20 – une compression (étape 6) du second mélange en des pastilles à l'aide de presses (pastillage), et
- un frittage (étape 7) des pastilles ainsi formées, de préférence sous atmosphère d'argon (ou d'azote) et d'hydrogène humidifiés.

Ce procédé de fabrication de pastilles de combustible d'oxyde mixte peut encore comprendre usuellement, pour les pastilles ainsi obtenues, des étapes de :

- 25 – rectification à sec (étape 8),
- tri d'aspect (étape 9),
- mise à longueur (étape 10),
- mise sous gaine des pastilles et soudage de celle-ci sous la forme de crayons de combustible (étape 11, figure 1),
- 30 – pressurisation des crayons,
- contrôles non destructifs des crayons (étape 12), et

- 6 -

- assemblage des crayons (étape 13).

Ledit procédé de l'invention comprend de plus (figure 2) un traitement mécanique de granulation préalable de tout ou partie de l' UO_2 non coulable (étape 29). Ce traitement peut comprendre par exemple :

- 5 - soit (figure 3) des étapes de compression en comprimés (étape 30) de l' UO_2 non coulable et de concassage de ces comprimés (étape 31) et, le cas échéant, de tamisage (étape 32) de la matière concassée pour former des granulés coulables de propriétés adéquates pour être
10 (étape 4) ou, en variante, dans les deux mélanges (étapes 1 et 4), tout en gardant la composition chimique et la taille de grain originales de l' UO_2 de départ,
- soit une étape d'agglomération/précompaction/granulation par forçage de la poudre d' UO_2 non coulable à travers un tamis ou grille (étape
15 29), la quantité d'additif(s), la maille du tamis ou grille et la pression exercée sur la poudre étant ajustées pour former des granulés possédant les propriétés adéquates décrites ci-dessus.

Quelques paramètres, qui ne sont pas limitatifs, du procédé de fabrication de pastilles sont donnés ci-après à titre d'exemple :

- 20 - travail par lots et par campagne plutôt qu'en continu,
- teneur en plutonium du premier mélange : 20 à 40% (étape 1),
- broyage (étape 4) par quantité de 60 kg pendant une durée minimale effective de 5 heures,
- utilisation de poudres d' UO_2 non coulables en provenance d'une
25 conversion par voie humide (par exemple : poudre ex-ADU ou diuranate d'ammonium) ou d'une conversion par voie sèche (connues de l'homme du métier),
- addition de 0,2 à 0,5 % de stéarate de zinc et de 0 à 1 % d'agent porogène AZB (connu de l'homme du métier),
- 30 - compression de pastillage (étape 6) à une pression entre 400 et 700 MPa,

- 7 -

- frittage (étape 7) d'au moins 4 heures à une température comprise entre 1600 et 1760°C, sous une ambiance d'argon avec 5% d'hydrogène et un rapport H_2/H_2O de 10 à 30,
- rectification sans centre (centerless) à sec (étape 8).

5 A titre d'exemple non limitatif, la compression de l'étape 30 peut être réalisée à une pression comprise entre 50 et 200 MPa, à adapter selon les caractéristiques de la poudre non coulable. Ces pressions sont donc plus élevées que les pressions de granulation (4 à 10 MPa) généralement utilisées dans les usines de fabrication de
10 combustible nucléaire UO_2 . Du liant et/ou lubrifiant, bien connus de l'homme de métier, peuvent être incorporés avant compression dans la poudre d' UO_2 non coulable : à titre d'exemple non limitatif, la compression peut ainsi être effectuée à une pression comprise entre 40 et 100 MPa.

15 A titre d'exemple non limitatif aussi, le concassage des comprimés précités peut être réalisé dans un ou plusieurs broyeurs à mâchoires ou à rouleaux, d'ouverture 200-250 μm . Ce concassage peut être suivi d'un tamisage si le concasseur laisse ou risque de laisser passer des granulés de taille supérieure à 250 μm . Les fines résultant
20 éventuellement du concassage peuvent utilement être incorporées à titre de matière première dans le premier mélange (étape 1).

 A titre d'exemple non limitatif encore, le forçage à travers un tamis (étape 29) peut être réalisé dans un appareil du genre utilisé dans les procédés de type MIMAS (étape 3) pour conditionner le premier
25 mélange (après la micronisation de l'étape 2) et avant le second mélange (étape 4). De tels appareils, qui combinent l'agglomération/pré-compaction en amont du tamis, et la maîtrise de la taille maximale des granulés par passage à travers ce même tamis peuvent produire directement des granulés de caractéristiques souhaitées.

30 L'expérience a montré à la déposante qu'une poudre non coulable traitée selon le procédé objet de l'invention peut être utilisée

- 8 -

dans les dispositifs existants de fabrication MOX, moyennant un ajustement des paramètres de la seconde opération de mélange (étape 4), du pastillage (étape 6) et du frittage (étape 7), dans les limites d'ajustement utilisées en routine pour optimiser le procédé de fabrication

5 en fonction des caractéristiques des diverses poudres d' UO_2 coulables utilisées pour la fabrication du combustible MOX.

Le procédé de l'invention permet donc d'élargir la gamme des poudres d' UO_2 qui peuvent être mises en œuvre pour la fabrication du combustible MOX, sans perdre le bénéfice de la similitude entre le

10 combustible MOX produit suivant l'invention et le combustible UO_2 fabriqué industriellement, par les procédés connus à ce jour, à partir d'une même poudre d' UO_2 non coulable.

Il doit être entendu que la présente invention n'est en aucune façon limitée aux formes de réalisation décrites ci-dessus et que

15 bien des modifications, peuvent y être apportées sans sortir du cadre des revendications données ci-dessous.

Le procédé de conditionnement de l' UO_2 non coulable peut notamment s'appliquer à de l' UO_2 provenant d'une conversion autre que la conversion d'hexafluorure d'uranium en UO_2 .

Revendications

- 5 1. Procédé de fabrication de pastilles de combustible nucléaire d'oxyde mixte d'(U, Pu)O₂,
- comprenant :
- * un dosage et un premier mélange (1) de poudres de PuO₂ et/ou d'UO₂ et/ou de rebuts de fabrication de combustible,
 - 10 * une micronisation (2) et un tamisage forcé (3) de ce premier mélange,
 - * un nouveau dosage et un second mélange (4) du premier mélange ainsi traité, d'UO₂ et, éventuellement, de rebuts,
 - * une addition et un mélange d'agents de lubrification et/ou de contrôle de porosité (5), séparément ou en combinaison avec l'étape du
 - 15 second mélange (4),
 - * un pastillage (6) du second mélange, et
 - * un frittage (7) des pastilles ainsi formées, et
 - comprenant en outre, pour au moins une partie des poudres d'UO₂ :
 - 20 * une sélection d'UO₂ non coulable et
 - * un traitement mécanique (29) de granulation de celui-ci, de manière à le rendre coulable, avant d'utiliser l'UO₂ ainsi granulé dans au moins ledit second mélange.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce
- 25 qu'il comprend pour ledit traitement de granulation :
- * une compression (30) de l'UO₂ non coulable en comprimés à une pression supérieure à celles utilisées pour la granulation usuelle d'UO₂,
 - * un concassage (31) des comprimés obtenus, jusqu'à former une
 - 30 matière concassée coulable, et
 - * une utilisation d'au moins une partie de cette matière concassée

- 10 -

coulable pour ledit second mélange (4).

3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que la compression (30) est réalisée à une pression comprise entre 40 et 200 MPa.

5 4. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que l'on utilise pour l'étape de concassage (31) un broyeur à mâchoires ou à cylindres.

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend de plus une sélection de granulométrie par tamisage (32) de l' UO_2 granulé, avant son utilisation.

10 6. Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce que, par le tamisage (32), on sépare l' UO_2 granulé en au moins deux fractions de granulométries différentes, la fraction la plus fine pouvant être introduite dans le premier mélange (1) précité tandis que l'autre est
15 incorporée dans le second mélange (4).

7. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend, pour effectuer ladite granulation de l' UO_2 non coulable, un forçage de celui-ci à travers une grille ou tamis, la quantité d'additif(s), la maille du tamis ou grille et la pression exercée sur la poudre étant
20 ajustées pour former des granules possédant les propriétés adéquates.

8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que, pour ladite granulation de l' UO_2 non coulable, on ajoute à celui-ci un lubrifiant.

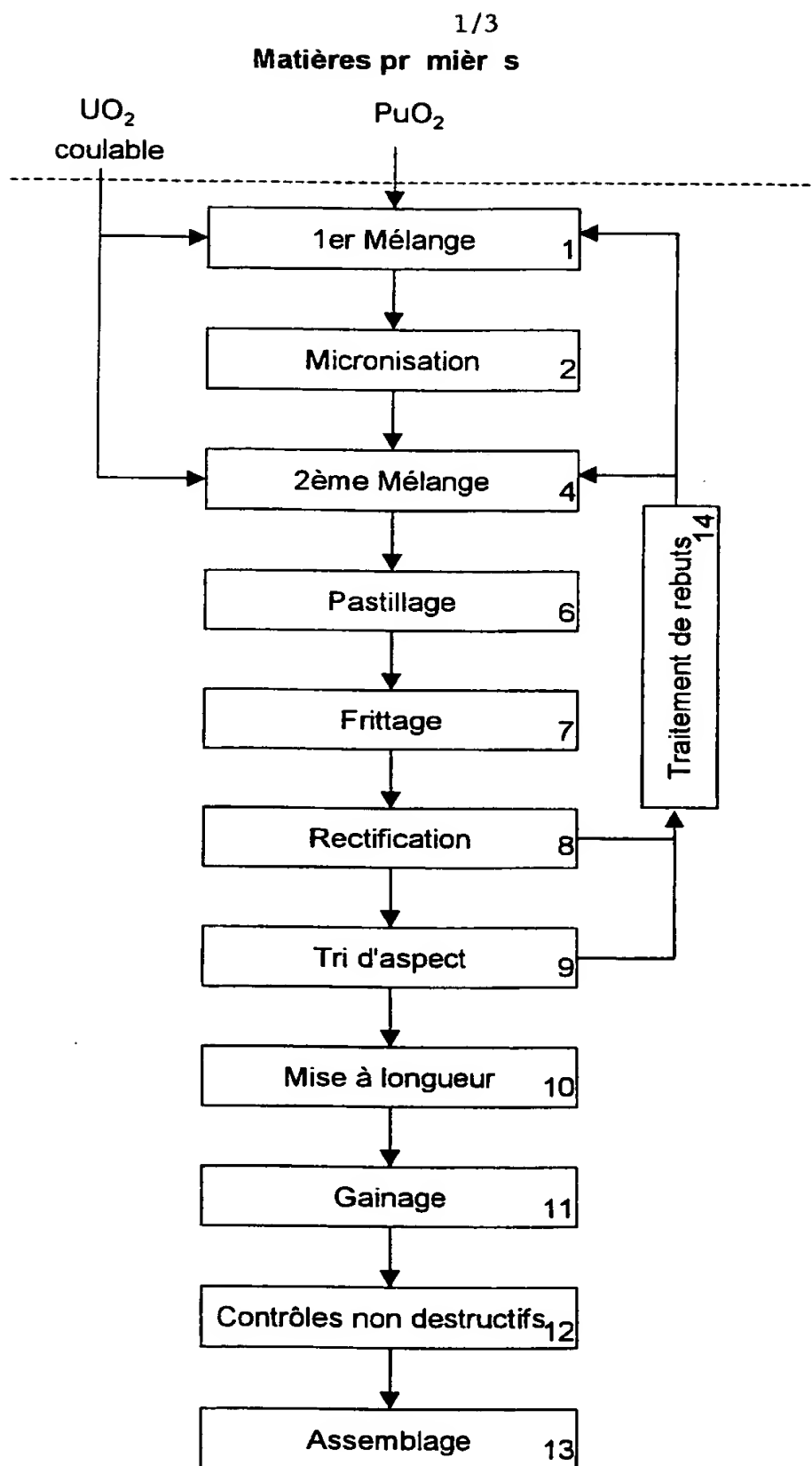
9. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que, pour ladite granulation de l' UO_2 non coulable, on ajoute à celui-ci un liant.

10. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'on effectue le frittage (7) des pastilles de combustible dans une atmosphère d'argon et d'hydrogène, à une
30 température comprise entre 1600 et 1760°C, l'argon pouvant être remplacé par de l'azote.

- 11 -

11. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que, au cours du frittage (7), on ajuste la pression partielle d'oxygène, de préférence par un ajustement du rapport H_2/H_2O dans le gaz de balayage, pour améliorer l'interdiffusion des oxydes PuO_2 et UO_2 .

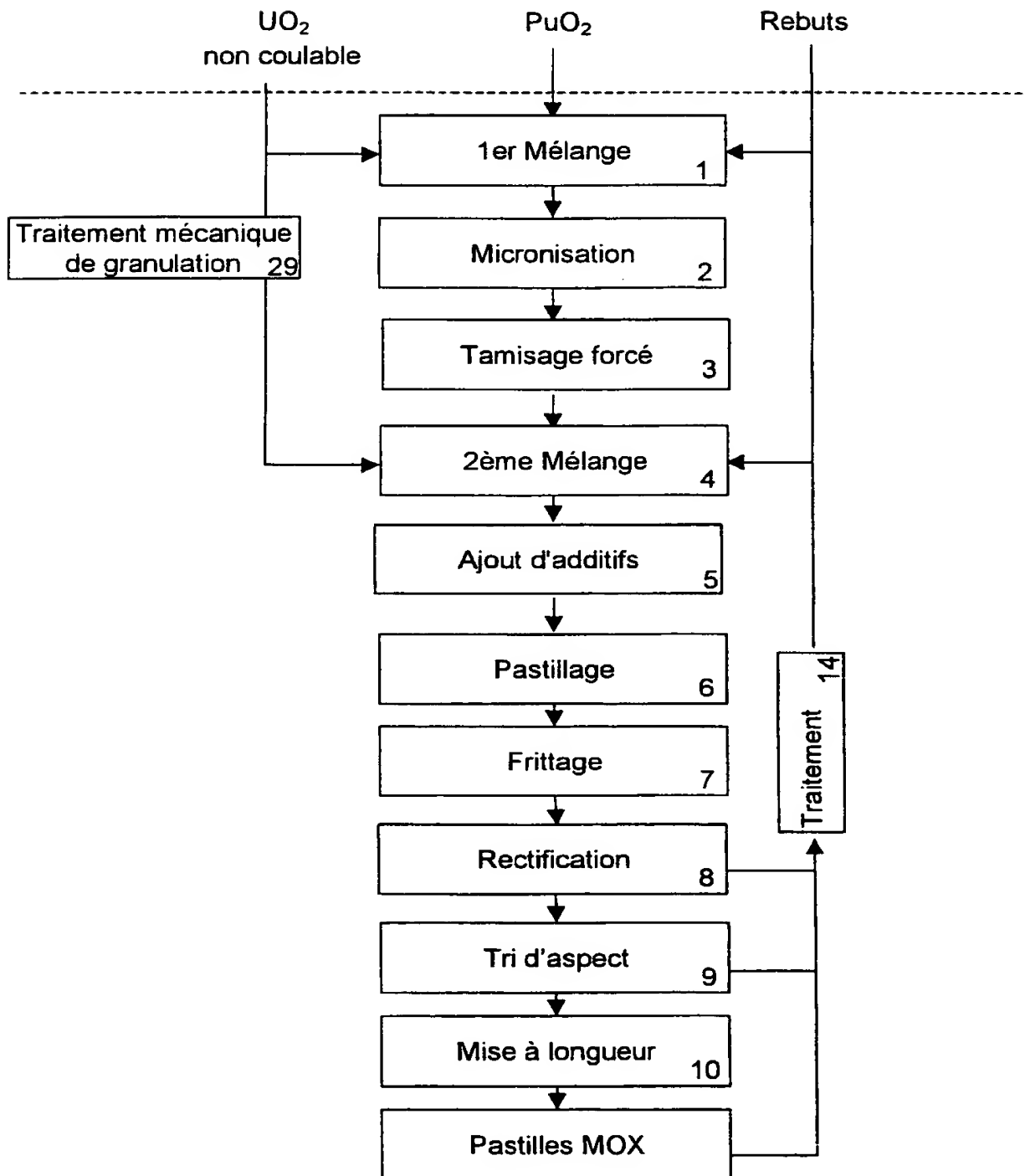
5



Procédé de fabrication de
combustible d'oxyde mixte

Figure 1

2/3

Matières premières

**Procédé de fabrication
de combustible d'oxyde mixte
suivant la revendication**

Figure 2

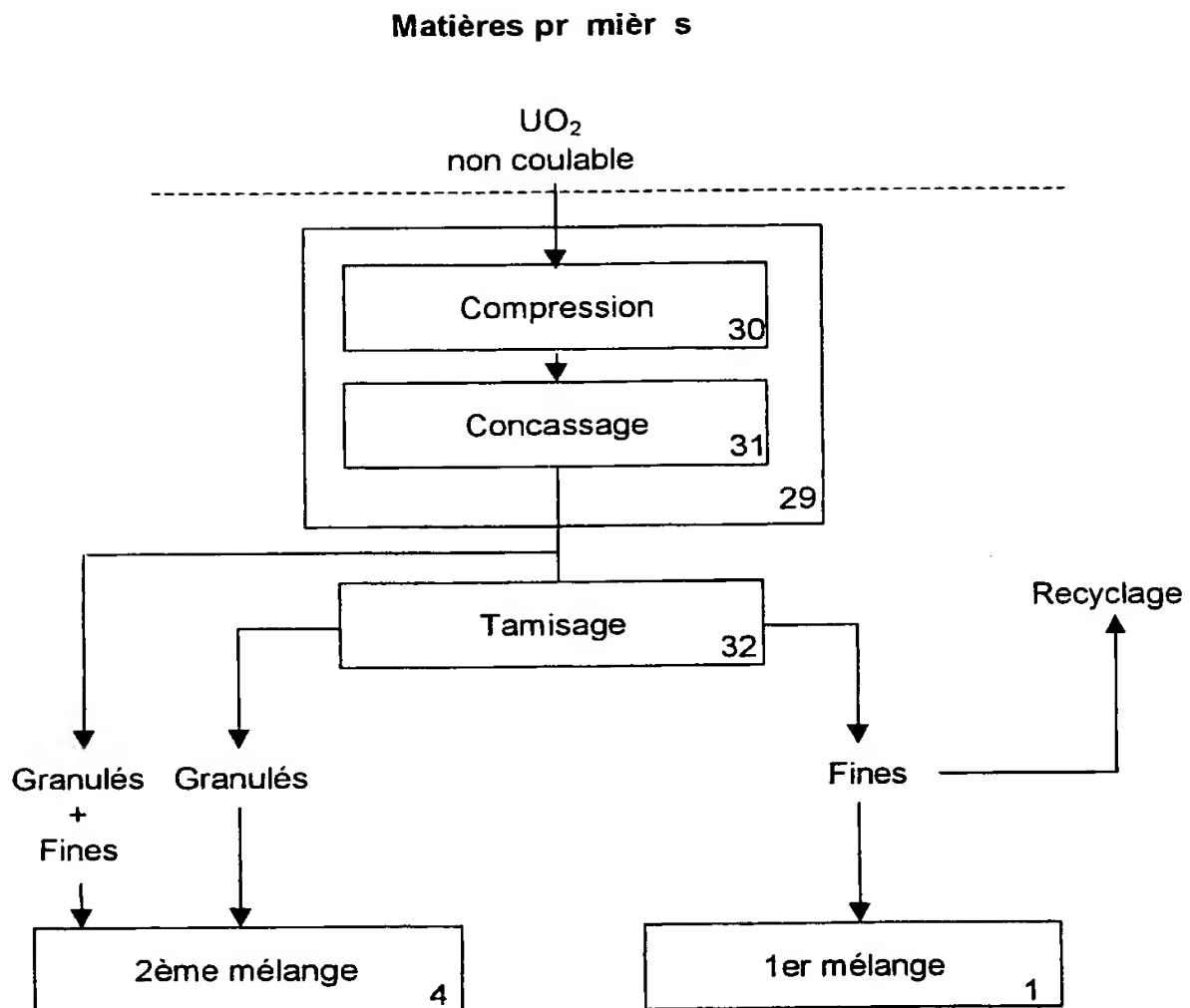


Figure 3

Variante de traitement
mécanique de granulation
des poudres UO_2 non coulables

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/BE 99/00084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G21C3/62

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 760 519 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE ; COGEMA (FR)) 5 March 1997 (1997-03-05) page 5, column 7, line 24 - line 39; examples	1, 5, 10
A	FR 2 765 383 A (KOREA ATOMIC ENERGY RES) 31 December 1998 (1998-12-31) claims	1, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *A* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 March 2000

Date of mailing of the international search report

31/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. S1 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Brothier, J-A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/BE 99/00084

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0760519	A	05-03-1997	FR 2738076 A	28-02-1997
			DE 69603132 D	12-08-1999
			DE 69603132 T	09-03-2000
			JP 9171090 A	30-06-1997
			US 5841200 A	24-11-1998
FR 2765383	A	31-12-1998	JP 11023764 A	29-01-1999
			US 5882552 A	16-03-1999